



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 76275

(13) C2

(51) МПК (2006)

G01N 3/00

G01N 3/08

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ВИЯВЛЕННЯ СТРУКТУРНОЇ ПОДІБНОСТІ МАТЕРІАЛУ ПРИ ВИВЧЕННІ ЕФЕКТУ МАСШТАБУ

1

(21) 20040705670

(22) 12.07.2004

(24) 17.07.2006

(46) 17.07.2006, Бюл. № 7, 2006 р.

(72) Чаусов Микола Георгійович, Пилипенко Андрій Петрович, Донгаш Віктор Борисович

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(56) SU 1490552, 30.06.1989

RU 2082141, 20.08.1997

US 6170337, 09.01.2001

RU 2141637, 20.11.1997

SU 171633, 26.05.1965

Ламашевский В.П., Алфимов П.Т., Лебедев А.А. Экспериментальное исследование влияния эффектов масштаба и формы тела на закономерности деформирования и разрушения структурно неоднородных материалов // Проблемы прочности. - 1982. - №9. - С.68-72

(57) Спосіб виявлення структурної подібності матеріалу при вивченні ефекту масштабу, що включає вирізання малих проб матеріалу із зразків різних типорозмірів, виготовлення з них плоских шліфів і встановлення прямими дослідженнями металографічним методом структурної подібності матеріалу, який відрізняється тим, що зразки різних типорозмірів з досліджуваного матеріалу випробовують при статичному розтягуванні, в про-

2

цесі випробувань фіксують загальну деформацію  $\varepsilon$  подовження зразків і коефіцієнт поперечної деформації  $\mu$  і визначають деформацію розпушування  $\varepsilon_p$  за формулою

$$\varepsilon_p = (1 - 2\mu) \cdot \varepsilon, \text{ де:}$$

 $\varepsilon$  - рівень загальної деформації, $\mu$  - коефіцієнт поперечної деформації,а про ступінь структурної подібності матеріалу зразків різних типорозмірів судять за величиною  $\delta$ , яку визначають за формулою

$$\delta = \frac{\varepsilon_p^i - \varepsilon_p^1}{\varepsilon_p^i} \cdot 100\%, \text{ де:}$$

 $\varepsilon_p^1$  - деформація розпушування матеріалу стандартного зразка діаметром 8 мм, $\varepsilon_p^i$  - деформації розпушування матеріалу зразків великих типорозмірів при одному і тому ж рівні загальної деформації,  $i=2,3,4,\dots$  - індекс, який відповідає випробовуваним зразкам із зростаючою площею поперечного перерізу.

Винахід відноситься до галузі випробування матеріалів, а саме до способів виявлення структурної подібності матеріалу при вивченні ефекту масштабу.

В більшості робіт, присвячених вивченню масштабного фактору при статичних випробуваннях, виконується умова геометричної подібності зразків, зокрема енергетична подібність за режимом навантаження і тими чи іншими способами виключається вплив технології їх виготовлення. Слід врахувати, що масштабний ефект є структурно чутливим фактором і тому структурної однорідності матеріалу при вивченні ефекту масштабу приділяється особлива увага. Необхідно

також мати на увазі, що структурна неоднорідність тіла повинна завжди розглядатися у зв'язку з його об'ємом і оцінюватись не абсолютними, а відносними розмірами дефектів.

Найбільш близький за технічною сутністю до рішення, що заявляється є спосіб виявлення структурної подібності матеріалу при вивченні ефекту масштабу згідно якого з зразків різних типорозмірів вирізають малі проби матеріалу, виготовляють з них плоскі шліфи і прямими дослідженнями металографічним методом встановлюють структурну подібність матеріалу [Ламашевский В. П., Алфимов П. Т., Лебедев А. А. Экспериментальное исследование влияния эффектов

(13) C2

(11) 76275

(19) UA

масштаба и формы тела на закономерности деформирования и разрушения структурно-неоднородных материалов // Пробл. Прочности. 1982. - №9. - с.68-72.].

Головним недоліком відомого способу є те, що для обчислення статистичних і геометричних показників структури використовується складні геометричні і статистичні закономірності перерахунку реєструємих даних (число границь зерен, фаз, число включень, розміри фаз і включень, взаємне їх розташування і т. інше) в основні просторові дані. Найбільші складності при використанні даного способу виникають при кількісній оцінці структури крихких матеріалів, як правило, структурно-неоднорідних, типу сірих чавунів, структура яких характеризується крім властивій всім матеріалам структурною неоднорідністю наявністю мікротріщин, сферичних пустот та інших істотних дефектів різних розмірів.

Винаходом ставиться завдання підвищення достовірності виявлення структурної подібності структурно-неоднорідних матеріалів при вивченні ефекту масштабу.

Поставлене винаходом завдання досягається тим, що у способі виявлення структурної подібності матеріалу при вивченні ефекту масштабу, що включає вирізання малих проби матеріалу із зразків різних типорозмірів, виготовлення з них плоских шліфів і встановлення прямими дослідженнями металографічним методом структурної подібності матеріалу, згідно винаходу зразки різних типорозмірів з досліджуваного матеріалу випробовують при статичному розтягуванні, в процесі випробувань фіксують загальну деформацію подовження  $\epsilon$  зразків і коефіцієнт поперечної деформації  $\mu$  і визначають деформацію розпушування  $\epsilon_p$ :

$$\epsilon_p = (-2\mu) \epsilon,$$

а про ступінь структурної подібності матеріалу зразків різних типорозмірів судять за величиною  $\delta$

$$\delta = \frac{\epsilon_p^i - \epsilon_p^1}{\epsilon_p^i} \cdot 100\%,$$

де  $\epsilon_p^1$  - деформація розпушування матеріалу стандартного зразка діаметром 8 мм і  $\epsilon_p^i$  деформації розпушування матеріалу зразків вели-

ких типорозмірів при одному і тому ж рівні загальної деформації  $\epsilon$ , індекс  $i = 2, 3, 4 \dots$  який відповідає випробуванню зразкам із зростаючою площею поперечного перерізу.

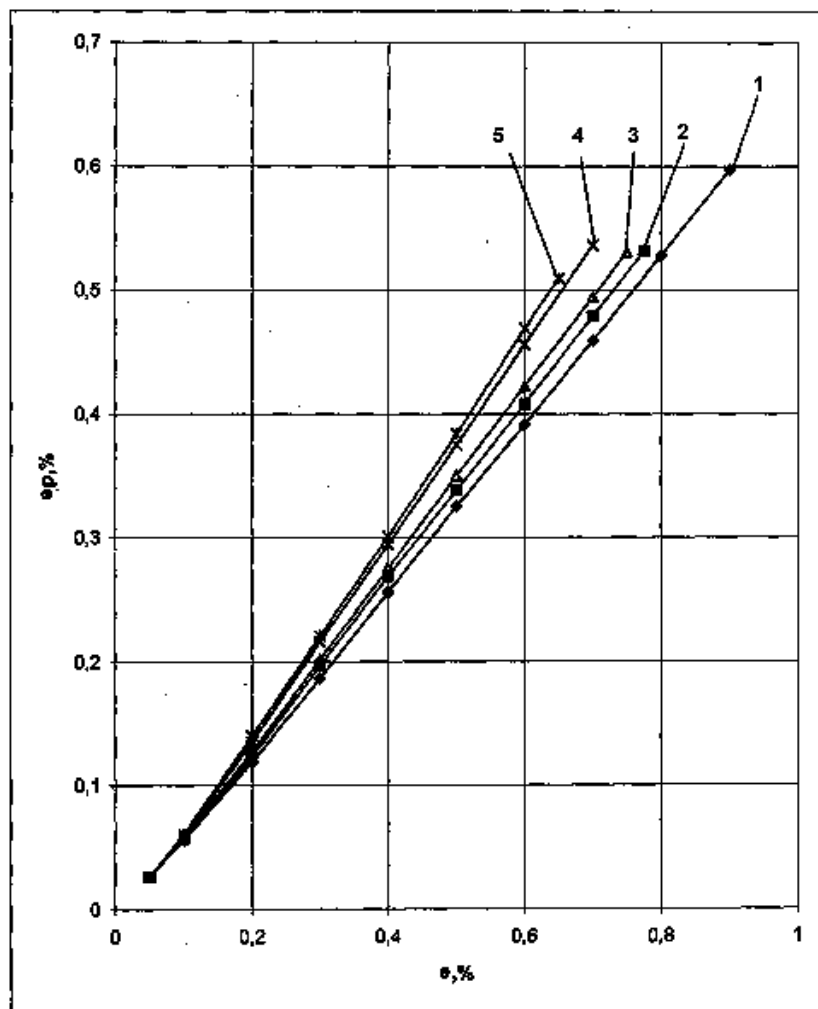
Спосіб дозволяє досліджувати кінетику росту розпушення матеріалу в зразках різних типорозмірів. Причому ступеню розпушування, ставиться у дуже чутливий до структурних особливостей матеріалу. Тому різниця деформацій розпушення  $\epsilon_p$  в матеріалі зразків різних типорозмірів при одному й тому ж самому рівні загальної деформації  $\epsilon$  самостійним, дуже чутливим індикатором виявлення структурної подібності матеріалу при вивченні ефекту масштабу. Методика реалізована при випробуванні зразків різних типорозмірів з сірого чавуну.

На Фіг.1 приведено залежність деформації розпушування матеріалу  $\epsilon_p$  від величини загальної деформації  $\epsilon$  для зразків з сірого чавуну з площею поперечного перерізу: 1 - 20 мм<sup>2</sup>, 2 - 80 мм<sup>2</sup>, 3 - 500 мм<sup>2</sup>, 4 - 1000 мм<sup>2</sup>, 5 - 2000 мм<sup>2</sup> (див. Ламашевский В. П., Алфимов П. Т., Лебедев А. А. Экспериментальное исследование влияния эффектов масштаба и формы тела на закономерности деформирования и разрушения структурно-неоднородных материалов // Пробл. Прочности. 1982. - №9. - с.68-72).

Як видно з Фіг.1 наявні істотні відмінності в значеннях деформацій розпушення  $\epsilon_p$  матеріалу при випробуванні зразків різних типорозмірів. Так, при загальній деформації 0,4%, ця різниця для двох крайніх випадків, відповідно, площа поперечного перерізу зразків 20 мм, 2000 мм, досягає 14,9%, а при загальній деформації 0,6% - 16,6%.

Отже, при дослідженні ефекту масштабу на зразках різних типорозмірів з сірого чавуну не було дотримано подібності за структурним станом. Це цілком очевидно, так як надзвичайно важко змоделювати одну й ту ж саму структуру у відливках з сірого чавуну різних розмірів.

Подібну операцію можна послідовно виконати на зразках інших розмірів. Таким чином застосування способу дозволяє більш достовірно виявляти структурну подібність структурно-неоднорідних матеріалів при вивченні ефекту масштабу.



Фиг. 1